



Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences



Fitófagos de banano y plátano bajo condiciones de cambio climático en Cuba

Phytophagous of Banana and Plantain under Climate Change Conditions in Cuba

Yadira Valentín-Pérez^a, Alexis Augusto Hernández-Mansilla^b, Rogert Sorí-Gómez^c, Aliana López-Mayea^d, Ranses Vázquez -Montenegro^e, Jorge David Alonso-Sánchez^f

a Especialista en meteorología del Centro Meteorológico Provincial Ciego de Ávila. Cuba. yadira.valentin@cav.insmet.cu

b Especialista en ciencias agrícolas. Investigador y profesor titular del Centro Meteorológico Provincial Ciego de Ávila. Cuba. alexis.hernandez@cav.insmet.cu

c Investigador del Environmental Physics Laboratory (EPhysLab), Facultad de Ciencias de Ourense, Universidad de Vigo, Ourense, España. rogert.sori@uvigo.es

d Investigador agregado. Subdirector técnico del Centro Meteorológico Provincial Ciego de Ávila. Cuba. aliana.lopez@cav.insmet.cu

e Investigador auxiliar del Centro Meteorología Agrícola. Instituto de Meteorología. Cuba. ranses.vazquez@insmet.cu

f Especialista en Meteorología del Centro Meteorológico Provincial Ciego de Ávila. Cuba. jorge.david@cav.insmet.cu

Director y Editor:

Dr. Sergio A. Molina-Murillo

Consejo Editorial:

Dra. Mónica Araya, Costa Rica Limpia, Costa Rica

Dr. Gerardo Ávalos-Rodríguez. SFS y UCR, USA y Costa Rica

Dr. Oلمان Murillo Gamboa, ITCR, Costa Rica

Dr. Luko Hilje, CATIE, Costa Rica

Dr. Arturo Sánchez Azofeifa. Universidad de Alberta-Canadá

Asistente:

Joseline Jimenez Brenes

Editorial:

Editorial de la Universidad Nacional de Costa Rica (EUNA)



Los artículos publicados se distribuyen bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (post print) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales, no se generen obras derivadas y se mencione la fuente y autoría de la obra.



Fitófagos de banano y plátano bajo condiciones de cambio climático en Cuba

Phytophagous of Banana and Plantain under Climate Change Conditions in Cuba

Yadira Valentín-Pérez^a, Alexis Augusto Hernández-Mansilla^b, Rogert Sorí-Gómez^c,
Aliana López-Mayea^d, Ranses Vázquez -Montenegro^e, Jorge David Alonso-Sánchez^f

Recibido: 15 de marzo, 2018. Aceptado: 24 de abril, 2018. Corregido: 18 de mayo, 2018. Publicado: 1 de julio, 2018.

Resumen

La evidente manifestación del cambio climático pone en peligro la seguridad y la soberanía alimentaria, debido a los efectos que pueden sufrir plantas y animales; principalmente, las asociadas a los sistemas de producción agropecuaria. Por esta razón, es imprescindible el desarrollo de investigaciones para conocer el probable comportamiento de los diferentes organismos, entre los cuales las plagas son fundamentales. El objetivo de este trabajo consistió en interpretar las condiciones climáticas favorables o no, para la fluctuación poblacional de ácaro rojo (*Tetranychus tumidus* Banks) y de picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germ.) en bananos y plátanos, para los años 2020, 2025 y 2030, bajo efecto del cambio climático en Ciego de Ávila. Se ejecutó en el Centro Meteorológico Provincial de Ciego de Ávila, mediante la confección de escenarios bioclimáticos con datos diarios de temperatura máxima, media, mínima y el acumulado de precipitación, de salidas del Modelo Climático Regional "PRECIS-CARIBE", para SRES A2 y B2. Además, se utilizaron índices térmicos para el desarrollo biológico de estos organismos. Se identificaron alteraciones en las poblaciones de ácaro rojo y picudo negro por el incremento de la temperatura en determinados periodos del ciclo del cultivo. Esta situación requiere el perfeccionamiento y ajuste del manejo fitosanitario, ante futuras condiciones de un clima cambiante, que conllevan a instrumentar principios y tecnologías agroecológicas, así como otras formas de agricultura sostenible, imprescindibles para mitigar, adaptarse al cambio climático y salvaguardar la seguridad alimentaria.

Palabras clave: Ácaros; agricultura sostenible; cambio climático; insectos fitófagos; plagas de musáceas; seguridad alimentaria.

Abstract

The evident manifestation of the climate change endangers food security and sovereignty due to the effects that plants and animals can suffer, mainly those associated with agricultural production systems. For this reason, it is essential to research to know the likely behavior of different organisms, within which the pests are fundamental. This study aimed to interpret the climatic conditions, favorable or not for the population fluctuation of Red Mite (*Tetranychus tumidus* Banks) and Black Weevil (*Cosmopolites sordidus* Germ.), in bananas and plantains for the years 2020, 2025 and 2030 under the effect of climate change in Ciego de Ávila. It was conducted in the Provincial Meteorological Center of Ciego de Ávila through designing bioclimatic scenarios with daily data of maximum, mean and minimum temperature and accumulated precipitation from the Regional Climate Model

a Especialista en meteorología del Centro Meteorológico Provincial Ciego de Ávila. Cuba. yadira.valentin@cav.insmet.cu

b Especialista en ciencias agrícolas. Investigador y profesor titular del Centro Meteorológico Provincial Ciego de Ávila. Cuba. alexis.hernandez@cav.insmet.cu

c Investigador del Environmental Physics Laboratory (EPhysLab), Facultad de Ciencias de Ourense, Universidad de Vigo, Ourense, España. rogert.sori@uvigo.es

d Investigador agregado. Subdirector técnico del Centro Meteorológico Provincial Ciego de Ávila. Cuba. aliana.lopez@cav.insmet.cu

e Investigador auxiliar del Centro Meteorología Agrícola. Instituto de Meteorología. Cuba. ranses.vazquez@insmet.cu

f Especialista en Meteorología del Centro Meteorológico Provincial Ciego de Ávila. Cuba. jorge.david@cav.insmet.cu



“PRECIS-CARIBE” for SRES A2 and B2. In addition, thermal indices for the biological development of these organisms were used. Alterations in the populations of Red Mite and Black Weevil were identified because of the temperature increase during certain periods of the crop cycle. This situation requires the improvement and adjustment of the phytosanitary management in the face of future changing climate conditions, which entail implementing agroecological principles and technologies, and other forms of sustainable agriculture, essential to mitigate, adapt to climate change and safeguard food security.

Keywords: mites and insects phytophagous; musaceas pests; sustainable agriculture; climate change; food security.

1. Introducción

El calentamiento del sistema climático es inequívoco, y desde 1950 muchos de los cambios observados no tienen precedentes en décadas a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, las cantidades de nieve y hielo han disminuido, y el nivel del mar aumentó (Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático [IPCC], 2007, 2014). La temperatura global promedio en 2017 fue 0.84 °C por encima del promedio para el siglo XX, de (13.9 °C) con una tasa promedio de 0.07 °C por década desde 1880; sin embargo, la tasa promedio de aumento es el doble desde 1980 (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica [NOAA], 2018). El clima futuro dependerá del calentamiento comprometido causado por las emisiones antropogénicas pasadas, las futuras y la variabilidad climática natural (IPCC, 2014). Considerando los escenarios de emisiones (SRES) utilizados en el cuarto informe del IPCC (2007), se estiman cambios a nivel global en el comportamiento de diferentes variables meteorológicas y mayor frecuencia de eventos extremos. En particular, el incremento probable de la temperatura entre 1.8 y 4 °C, que podría llegar hasta 6.4 °C para el año 2100 (con respecto al período 1980-1999). Sin embargo, en el quinto informe del IPCC (2014) y utilizando nuevos escenarios denominados *rutas representativas de concentración* (RCP por sus siglas en inglés) los resultados indican la probabilidad de que la temperatura promedio global en la superficie se incremente entre 0.6 °C y 4.5 °C (con respecto al periodo 1986-2005) para finales de este siglo. En resumen, el calentamiento global y la magnitud del cambio climático proyectado dependen del escenario de emisiones considerado.

Estos cambios afectan sectores relevantes como la agricultura, influirán profundamente en la producción de comida, y los entes expertos prevén un aumento de la desnutrición y hambrunas que afectarán a millones de personas y que determinarán la disminución de la población mundial hacia mediados del siglo XXI (Barker *et al.*, 2008). El mercado mundial de alimentos es un contribuyente significativo al cambio climático inducido por el ser humano; sin embargo, también es altamente vulnerable al cambio futuro, por lo tanto, es necesaria una transformación global hacia sistemas alimentarios sostenibles (Rockström *et al.*, 2014). El calentamiento global pone en peligro la seguridad alimentaria mundial. Según Collette *et al.* (2011), el estudio de medidas de adaptación a los cambios ocupa un lugar relevante, que en el caso de la agricultura se traduce en la obtención de variedades de plantas menos vulnerables al aumento de la temperatura, más resistentes a la afectación de plagas y al déficit de precipitaciones.

En Cuba, el banano y el plátano constituyen una prioridad dentro del programa alimentario nacional, por su capacidad de producir durante todo el año, su elevado potencial productivo, el arraigado hábito de consumo y la diversidad de sus usos. Estos cultivos representan más del



40 % de la producción agrícola anual (Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical [INIFAT], 2008).

El banano es decisivo en la seguridad alimentaria local y nacional, ocupa un significativo espacio en la dieta diaria de la población cubana, se consume como fruta o en variadas formas de cocción. Sus aportes en divisas por ventas al turismo como fruta fresca en el mercado interno inducen su extensión a la mayoría de las zonas agrícolas del país y lo convierten en un reglón económico importante. Sus producciones durante los años 2011, 2012 y 2013 alcanzaron las 250 000, 195 496 y 150 336 toneladas respectivamente (Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Dirección de Estadística [FAOSTAT], 2016).

En Ciego de Ávila, la producción bananera posee altos compromisos destinados a satisfacer la demanda local y parte del consumo nacional; ocupa un área de 1 570 ha distribuidas fundamentalmente en la empresa de cultivos varios “La Cuba” (E. C. V), ubicada en el centro – este del territorio provincial, y en cooperativas de producción agrícola (C.P.A.) y cooperativas de crédito y servicio (C.C.S) aledañas a esta empresa, pertenecientes al municipio Baraguá. Respecto al plátano, existen 3 174 ha (Dirección de Cultivos Varios de la Delegación Territorial de la Agricultura en Ciego de Ávila, 2011), que dan evidencia del destacado rol en la economía.

El banano y el plátano en Cuba son afectados por numerosos organismos nocivos que pueden provocar severos daños e implicar pérdidas económicas. Entre los fitófagos de mayor repercusión y que exigen de un eficiente manejo se encuentran *Tetranychus tumidus* Banks y *Cosmopolites sordidus* Germ.

T. tumidus es uno de los ácaros más difundidos en el mundo, polífago, generalmente vive en el envés de las hojas, forma grandes colonias y abundantes telarañas a lo largo del nervio central y otras nervaduras. Las plantas afectadas muestran una clorosis típica en el haz de las hojas que evolucionan hasta formar áreas necrosadas (de color pardo), que pueden abarcar toda la hoja y parte importante de la planta, ocasionando una significativa disminución del proceso fotosintético. Plantaciones severamente dañadas muestran un aspecto de quemado. La magnitud del daño está determinada por la fase del cultivo, el momento de su aparición y las condiciones climáticas y agrotécnicas (Almaguel *et al.*, 1990).

Este fitoácaro está en toda Cuba, con mayor repercusión económica en las regiones de Pinar del Río, La Habana, Isla de la Juventud, Villa Clara, Cienfuegos, Las Tunas, Granma, Santiago de Cuba y Guantánamo. Vive en todas las variedades o clones de plátano y bananos. Sus mayores afectaciones se observan en los plátanos, de ellos el plátano burro es el menos sensible. Existen, además, 53 especies de plantas hospedantes identificadas, entre estas: *Phaseolus* spp, *Solanum melongena* L., *Zea mays* L., *Xanthosoma robusta* S; *Manihote sculenta* L., *Carica papaya* L., otras ornamentales y silvestres (Almaguel *et al.*, 1994).

El crecimiento de la población depende de factores climáticos, fenológicos y varietales. La mayor densidad poblacional se alcanza en la fase de fomento en plantaciones sembradas en noviembre y diciembre (Almaguel *et al.*, 1990). Los viveros presentan niveles importantes entre los 15 y 20 días de plantados con infestaciones severas en plantas jóvenes en condiciones de producción (Almaguel *et al.*, 1994).



El manejo del ácaro se realiza mediante señalización y pronóstico. Se ejecutan monitoreos sistemáticos para evaluar el nivel poblacional en áreas con diferentes fases fenológicas del cultivo y el control se decide por un umbral de población o daño y la presencia de enemigos naturales; mientras que el pronóstico se sustenta en la relación entre el efecto de los factores climáticos y la población y se determinan los períodos favorables para el desarrollo de la plaga (Almaguel *et al.*, 1993).

C. sordidus se localiza prácticamente en todos los países productores de plátano del mundo en regiones tropicales y subtropicales; específicamente en el Caribe, con inclusión de Florida y América Central, sus pérdidas son del 30 al 90 % en áreas excesivamente infestadas (Peña *et al.*, 1991) y a nivel mundial constituye la plaga más limitante (Sirjusingh *et al.*, 1992).

Al insecto adulto lo atraen sustancias volátiles emanadas de las plantas hospederas, motivo por el cual los rizomas cortados resultan un material de propagación vulnerable, que dificulta el establecimiento en nuevas áreas con antecedentes de su presencia o colindancia con campos infestados. Los ataques interfieren con la iniciación de las raíces, matan las existentes y limitan la absorción de nutrientes; las plantas pierden vigor, se retrasa la floración y se incrementa la susceptibilidad a otras plagas (Gold y Messiaen, 2000).

Este fitófago posee hábitos nocturnos, movimientos lentos, rehúye la luz y es sensible a cambios de temperatura (Trejo, 1971).

El control se realiza por vías químicas, biológicas y mediante prácticas culturales que incluyen el uso de semilla sana y vitroplantas. El material de siembra se debe mondar para remover los nematodos y los huevos de picudos, y exponer los túneles cavados por el insecto. Las plantaciones nuevas deben iniciarse en sitios sin residuos del cultivo.

Es importante reseñar que el nivel de conocimiento científico sobre el cambio climático que desarrolla el IPCC brinda la oportunidad de contar con sistemas de modelos globales que aportan escenarios de diferentes condicionantes de emisiones de gases de efecto invernaderos (GEI) y desarrollo social. Del mismo modo existen modelos regionales que garantizan el trabajo a escalas más pequeñas. Cuba, cuenta con el modelo regional PRECIS-CARIBE (PRECIS CARIBE, 2010) que da oportunidad de construir escenarios bioclimáticos del comportamiento poblacional de estos fitófagos en condiciones de cambio climático.

En atención a la importancia económica de los cultivos de banano y plátano, los riesgos potenciales a sufrir pérdidas en rendimiento por incidencia de *T. tumidus* y *C. sordidus* en las áreas productivas y la probable alteración de la fluctuación poblacional de estos fitófagos, generada por el cambio climático; se precisan investigaciones que sustenten un eficiente manejo fitosanitario para su introducción en la planificación futura, en beneficio de estos sistemas agrícolas, mediante programas de gestión que contengan políticas de adaptación y mitigación para un clima cambiante, y aumenten la sostenibilidad, con garantías para la seguridad alimentaria. Ocupa como objetivo: Interpretar las condiciones climáticas favorables o no para la fluctuación poblacional de ácaro rojo (*Tetranychus tumidus* Banks) y de picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germ.) en bananos y plátanos para los años 2020, 2025 y 2030 bajo efecto del cambio climático en Ciego de Ávila.



2. Metodología

El trabajo se desarrolló en el Centro Meteorológico Provincial de Ciego de Ávila. Se elaboraron escenarios bioclimáticos de *T. tumidus* y *C. sordidus* con corridas diarias de temperatura máxima (T máx); temperatura media (T med) y temperatura mínima (T mín) y el acumulado de precipitación (Prec) a partir de salidas del Modelo Climático Regional PRECIS – CARIBE que, a su vez, utilizó datos de frontera generados por el Modelo de Circulación General ECHAM – 4 y las condicionantes SRES: A2 y B2 (PRECIS CARIBE, 2010). En la selección de los escenarios se tuvo en cuenta que tanto el A2 como el B2 consideran como factores clave la autosuficiencia y la actuación regional y local, respectivamente, en función de la sostenibilidad económica, social y medioambiental y, principalmente, porque se diferencian en la cantidad emisión y concentración de CO₂ en la atmósfera y, en general, gases de efecto invernadero (GEI), que son mayor en A2. Sin embargo, ambos escenarios consideran una tendencia al incremento de las emisiones hasta 2 100 (Nakicenovic *et al.*, 2000). En el último informe de IPCC AR5 (IPCC, 2014) se definen cuatro nuevos escenarios de emisión denominados *sendas representativas de concentración* (RCP, de sus siglas en inglés). Estos cubren un rango más amplio que los escenarios de emisiones (SRES) utilizados en evaluaciones anteriores del IPCC, al considerar las políticas climáticas y la inclusión de una gama más amplia de emisiones evaluadas. En general, en términos de forzamiento el RCP8,5 es ampliamente comparable con el escenario SRES A2/A1FI y el RCP6.0 al B2.

Los valores de las variables climáticas responden a las coordenadas geográficas 22° 00' 00" N y 78° 30' 00" W, representativas del macizo productivo de banano y plátano más significativo en Ciego de Ávila, ubicado en la E. C. V. “La Cuba” y Cooperativas de C.P.A., pertenecientes al municipio Baraguá. La selección de los años 2020, 2025 y 2030 responde a la introducción de sus resultados en el manejo fitosanitario y en la planificación económica futura del cultivo para el enfrentamiento al cambio climático. Además, se elaboró una línea base de referencia climática de T máx y T mín con datos del período de 1970 a 1990 de la Estación Meteorológica de Venezuela (78 346), ubicada en los 21° 46' 48" N y 78° 46' 48" W.

En el tratamiento de las corridas del modelo, según las variables, se aplicaron los siguientes procedimientos:

- Temperatura: Se tomaron los valores máximos y mínimos (°C) del modelo para los años de interés, luego de comprobar su estacionalidad según criterios Lecha *et al.* (1994).
- Precipitación: Para ganar en precisión, se desarrolló una comparación entre los valores modelados provenientes del Modelo Regional PRECIS- CARIBE y el valor real de la precipitación en esta área (registros de la estación pluviométrica de “La Cuba” perteneciente al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos). La muestra se integró con datos de 17 años del período 1992 – 2009, se estratificó por bimestres, con el fin de detallar el carácter de la variable y se calculó un coeficiente de corrección diario para los datos modelados.

También para la confección de los escenarios bioclimáticos se emplearon los índices biológicos limitantes y óptimos para el desarrollo de estos fitófagos. Para *T. tumidus*, se utilizaron los indicadores del sistema de pronóstico y manejo para este fitoácaro en Cuba de Pérez (1995), el



cual refiere el registró sistemático durante 7 días de las variables meteorológicas T med y Prec. Este modelo enmarca los períodos favorables (PF) para el desarrollo poblacional en un rango de T med diaria entre 21 y 25 °C por más de 4 días consecutivos y un acumulado de Prec \leq 30 mm en plazos de tiempo de 1 o 2 días en la semana; acentúa, además, para los períodos críticos (PC) una T med diaria (< 21 °C o > 25 °C) por más de 5 días acompañados de Prec > 30 mm o más de 2 días lluviosos en la semana. Estos parámetros constituyen índices limitantes para enmarcar el desarrollo poblacional del ácaro.

Para *C. sordidus*, se emplearon resultados de Massó (1983) que señalan los valores de temperatura para el desarrollo de las fases del ciclo de vida (**Cuadro 1**). Se acompañó, además, del régimen de precipitación que ofrecen los modelos por cuanto, después de la temperatura, es la variable más asociada con la fluctuación poblacional.

Cuadro 1. Duración de las fases del ciclo evolutivo de *C. sordidus* a diferente temperatura

Temperatura (°C)	Días de duración por fases o estados de desarrollo			
	Huevo	Larva	Pupa	Total
Ambiente	9.1	35.5	6.5	51.1
15	56.0	-	-	-
20	12.2	79.0	12.0	103.2
25	8.9	41.0	5.5	54.9
30	6.0	36.5	4.5	47.0

Fuente: Massó (1983).



3. Resultados y discusión

Las Figuras 1, 2 y 3 exponen los escenarios bioclimáticos del ácaro rojo y picudo negro para los años 2020, 2025 y 2030.

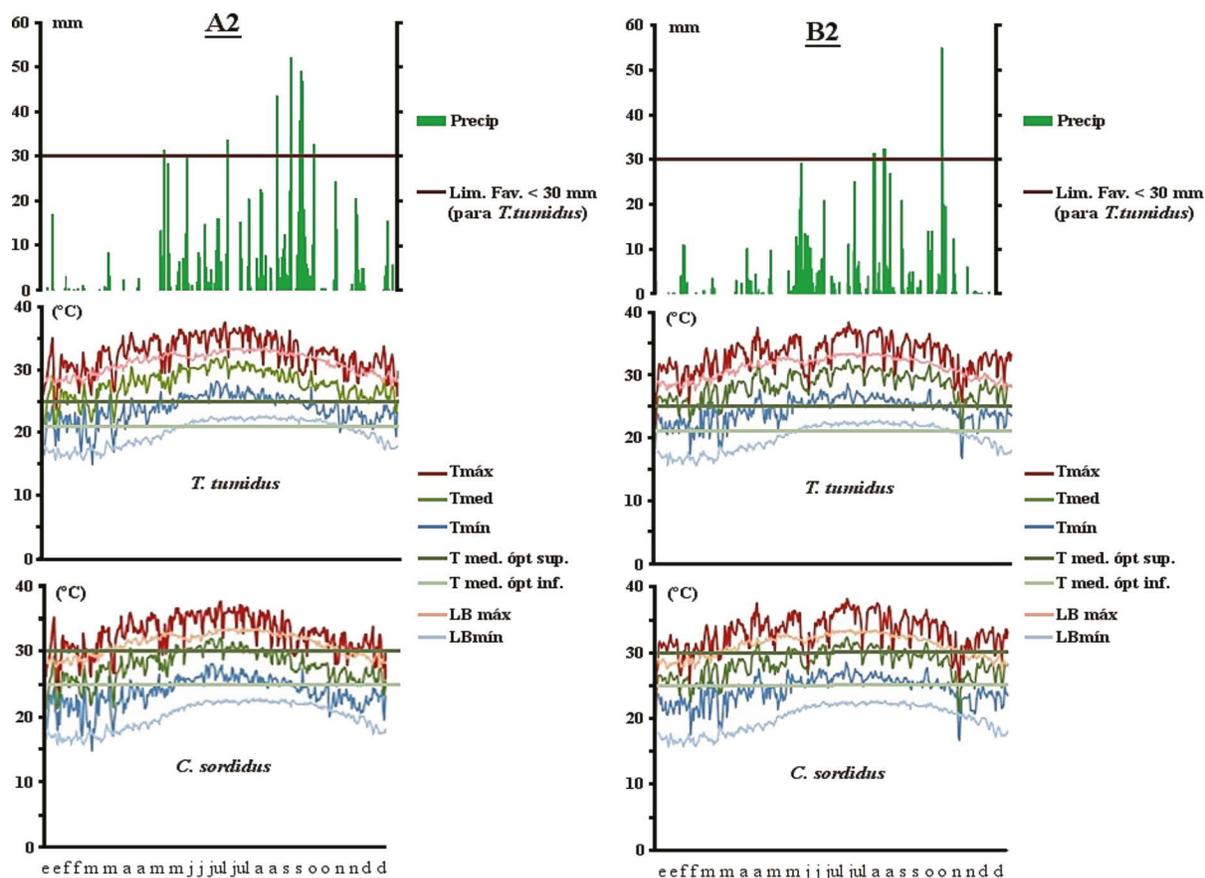


Figura 1. Escenarios bioclimáticos para la aparición y desarrollo de *Tetranychus tumidus* Banks (gráficas centrales) y *Cosmopilites sordidus* Germ. (gráficas inferiores) para el año 2020 en la Empresa Cultivos Varios “La Cuba” y C.P.A aledañas en Ciego de Ávila, según los escenarios de emisiones A2 (izquierda) y B2 (derecha).

El escenario 2020 SRES A2 para *T. tumidus* (Figura 1, gráfica central izquierda) muestra un comportamiento favorable para su desarrollo, con dos períodos de precipitación al año, uno de enero hasta parte de agosto y otro de octubre a diciembre: períodos donde el valor de la Prec. no supera los 30 mm, excepto en algunos días de agosto y septiembre en que aumentan esta cifra y con efecto negativo para el desarrollo poblacional. En condiciones de SRES B2 (Figura 1, gráfica central, derecha), el año se cataloga como favorable para la colonización a excepción de algunos escasos días de agosto y octubre (acumulados superiores a 30 mm). Es importante señalar que una frecuente precipitación intensa ejerce un efecto mecánico de lavado de las hojas que ocasiona la caída de los ácaros al suelo, lo que provoca una disminución del número de individuos y colonias. Criterios de Pérez (1995) señalan que acumulados superiores a 30 mm limitan el desarrollo poblacional.



Referente a la temperatura, la $T_{\text{mín}}$ se mantendrá favorable durante dos períodos de enero a marzo y octubre a diciembre tanto en escenarios A2 y B2, la elevación del valor de la variable estimula la evolución de las poblaciones. Un rango entre 21 y 25 °C (Pérez, 1995) favorece el incremento de la fertilidad de los huevos y reduce la duración de las fases de desarrollo con lo que alcanzan la adultez en menor tiempo, lo que trae consigo una mayor cantidad de individuos con capacidad de reproducción. Esta situación aumentará el peligro de presentar daños en las plantaciones, con distinción en áreas de fomento por su sensibilidad históricamente afectadas durante el período de noviembre a diciembre, similarmente puede ocurrir con otras áreas en diferentes estados fenológicos. La T_{med} (en días de febrero y marzo) también será propicia y la $T_{\text{máx}}$ durante todo el año tendrá valores superiores al umbral de desarrollo óptimo que establece Pérez (1995); no obstante, aquellos espacios en donde la variable no supera los 30 °C, sí serán favorables (Figura 1, gráficas centrales). Informes de Almaguel *et al.* (1990) señalan que valores superiores a 30 °C con humedades entre 80 y 85 % reducen la duración del ciclo de vida.

Para el caso de *C. sordidus*, el escenario bioclimático para el año 2020 bajo SRES A2 y B2 (Figura 1, gráficas inferiores) muestra el siguiente comportamiento: los mayores acumulados de precipitación se prevén en ambiente A2, con predominio de mayo a octubre (período lluvioso). Aunque desde finales de abril aparecen las lluvias, esta incidencia de precipitación mantendrá los incrementos de humedad en el suelo, favoreciendo el desarrollo del insecto (Trejo, 1971). Los valores más elevados corresponden a los meses de mayo, julio y octubre en condiciones A2 y marzo con más de 50 mm para B2, además de algunos días en meses fuera del período lluvioso como enero, marzo y diciembre para A2, y en enero, febrero y diciembre para B2. Estos espacios temporales identificados en relación con la precipitación son los más propicios para el desarrollo poblacional del fitófago.

El ambiente térmico favorece el desarrollo del insecto durante todo el año (Figura 1, gráficas inferiores), solo existe inhibición si la temperatura es inferior a 18 °C y superior a 40 °C (Trejo, 1971). De manera específica, de enero a junio y de agosto a diciembre en escenarios SRES A2 y B2 la presencia de T_{med} prevista es excepcionalmente propicia al oscilar entre 25 a 30 °C, parámetros que referencia Massó (1983) como favorables para la evolución del coleóptero. Estos valores ocasionan mayores daños a la plantación porque los insectos llegan a la adultez en menor tiempo por una reducción en su ciclo biológico, lo que aumenta el número de individuos con capacidad reproductora y, por ende, su población.

El comportamiento de la $T_{\text{mín}}$ se eleva de mayo a septiembre tanto en A2 como en B2, y se sitúa en el rango umbral para el desarrollo evolutivo de acuerdo con Massó (1983), lo cual tiende a indicar que en horas de la noche existirá un ambiente térmico que favorece el crecimiento poblacional (Figura 1, gráficas inferiores).

Los valores modelados de la $T_{\text{mín}}$ y $T_{\text{máx}}$ para 2020 en relación con la línea base de referencia también resultan aumentados. Se observa una reducción de la amplitud térmica y mayor variabilidad para los meses de diciembre a marzo en condiciones A2 y febrero-marzo y diciembre para B2, situación que beneficia las poblaciones de *C. sordidus*.

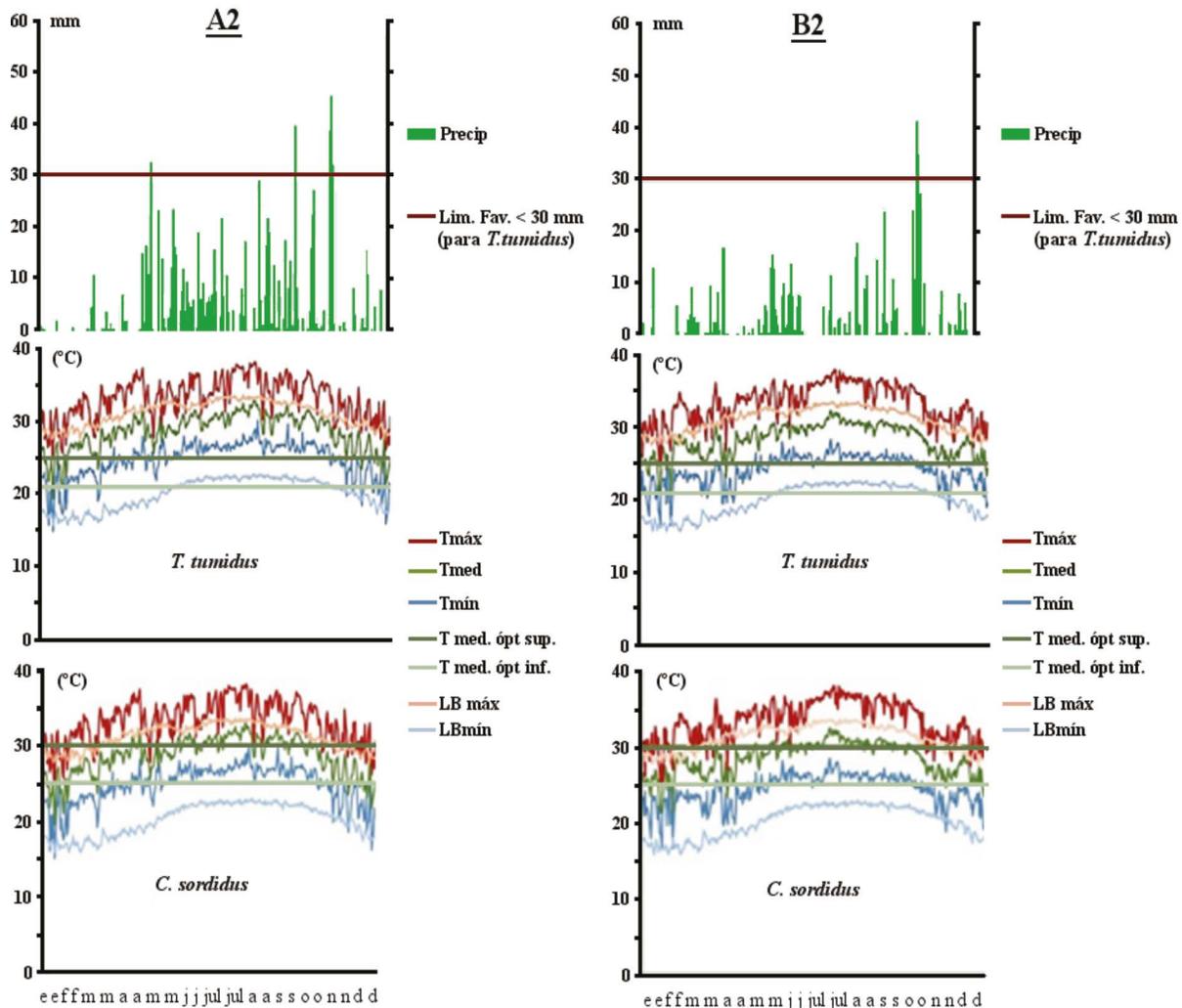


Figura 2. Escenarios bioclimáticos para la aparición y desarrollo de *Tetranychus tumidus* Banks (gráficas centrales) y *Cosmopilites sordidus* Germ. (gráficas inferiores) para el año 2025 en la Empresa Cultivos Varios “La Cuba” y C.P.A. aldeañas en Ciego de Ávila, según los escenarios de emisiones A2 (izquierda) y B2 (derecha).

Para el 2025, *T. tumidus* en ambos escenarios A2 y B2 (**Figura 2**, gráficas centrales), los acumulados de precipitación serán favorables para su desarrollo poblacional, con valores predominantes inferiores a 30 mm durante la mayor parte del año.

El ambiente térmico presentará un incremento de la T mín durante los meses de enero-abril y noviembre y diciembre (período poco lluvioso) en compañía de lluvias aisladas e inferiores a 30 mm, lo que beneficia la colonización del ácaro. Obsérvese que épocas durante las cuales en Cuba no se presentaban incrementos poblacionales debido a bajas temperaturas, ahora a causa del efecto de un clima cambiante, se llegarán a manifestar, lo cual da evidencias de una amplitud del espacio temporal en el que normalmente el fitoácaro incidía. Esto permite afirmar



que el ascenso de la temperatura, especialmente la temperatura mínima promedio, a causa del cambio climático, provocará la prolongación temporal de su desarrollo poblacional en las áreas productivas, aumentando así el riesgo a sufrir pérdidas. Una situación similar fue observada para el escenario correspondiente a 2020.

La T máx contribuirá a mantener un ambiente cálido y favorecedor para el ácaro solo cuando se aproxima a 30 °C, el restante espacio temporal por exceso de temperatura contribuirá a mejorar el estado fitosanitario de la plantación. Es de destacar que tanto en condicionantes A2 y B2, se observa una amplia similitud respecto al comportamiento de las temperaturas y sus efectos (**Figura 2**, gráficas centrales). La comparación de la temperatura modelada con la línea base para el 2025 se manifiesta similar al 2020 con igual repercusión para la población del fitoácaro.

En cuanto a *C. sordidus* en el 2025 (**Figura 2**, gráficas inferiores), el acumulado de lluvia en el escenario A2 (inferior derecha) supera el previsto en B2 con similitud al año anterior, los mayores registros se esperan en noviembre para ambas condicionantes, lo cual lo identifica como el más favorable para el desarrollo del insecto, debido a las garantías de la humedad en el suelo, según criterios de Trejo (1971) comentados anteriormente.

De forma general se prevé una prolongación temporal durante el año con valores óptimos de T med para el desarrollo del coleóptero en SRES A2 y B2, a excepción de algunos días de julio, agosto y septiembre cuando los valores sobrepasan el límite óptimo superior (30 °C) (**Figura 2**, gráficas inferiores).

No obstante, la T mín entre mayo y octubre mantendrá un ascenso que alcanzará valores de óptimo desarrollo que indican que durante horas de la noche existirán condiciones favorables que aportarán una equidad térmica. Ante estas condiciones de temperatura y precipitación se puede asumir una reducción del tiempo del proceso evolutivo del insecto. Los valores de T máx, en ambos escenarios A2 y B2 no sobrepasan los 40 °C, por tanto, no existirá inhibición del ciclo biológico del fitófago (Trejo, 1971) (**Figura 2**, gráficas inferiores).

La comparación de los valores modelados de T mín y T máx con la línea de referencia muestra un aumento más acentuado de T máx durante julio y agosto que pueden retrasar el ciclo de evolutivo del insecto, pero no inhibirlo.

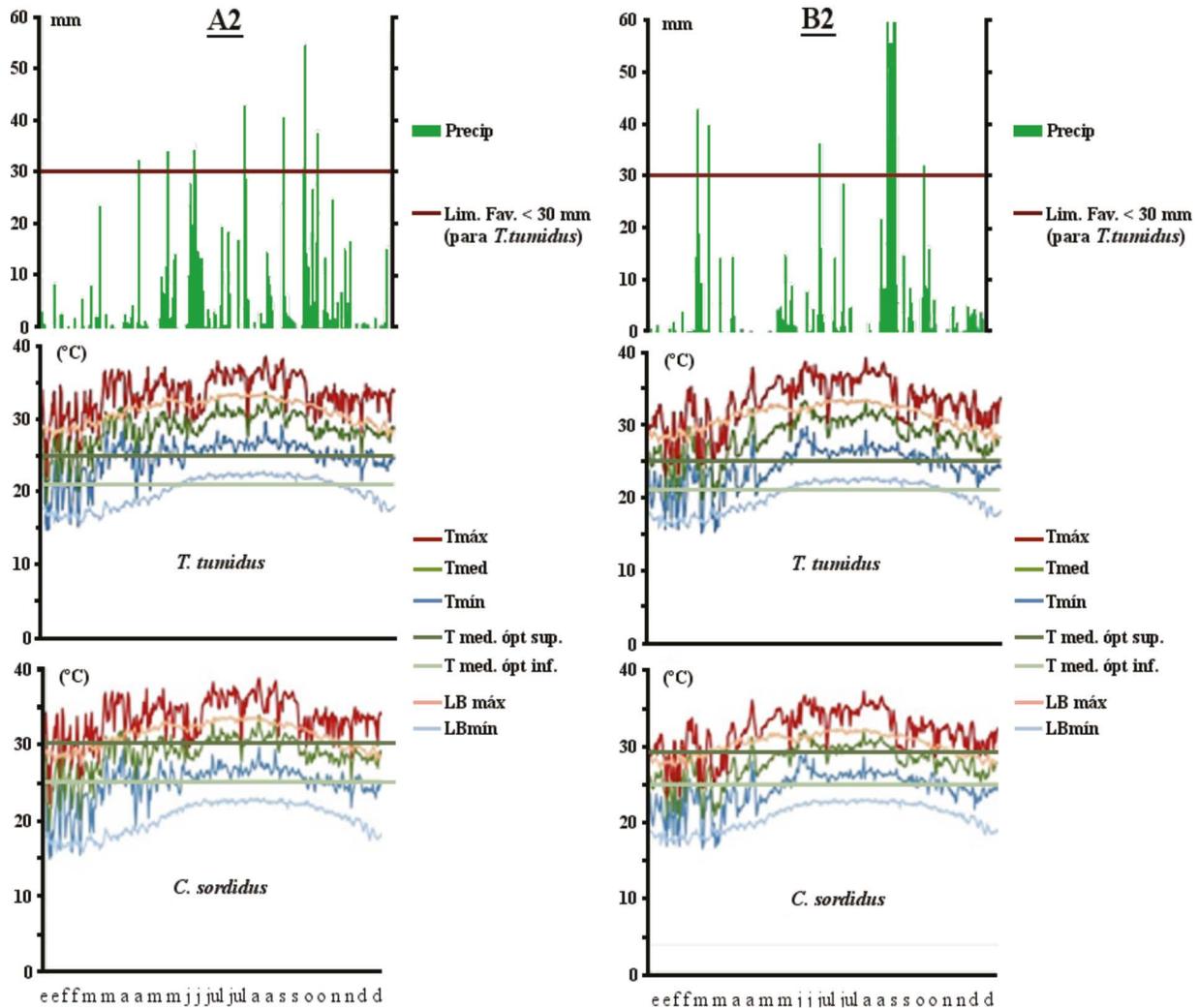


Figura 3. Escenarios bioclimáticos para la aparición y desarrollo de *Tetranychus tumidus* Banks (gráficas centrales) y *Cosmopilites sordidus* Germ. (gráficas inferiores) para el año 2030 en la empresa cultivos varios “La Cuba” y C.P.A. aldeañas en Ciego de Ávila, según los escenarios de emisiones A2 (derecha) y B2 (izquierda).

Para el año 2030 (**Figura 3**, gráficas centrales), el ácaro rojo presentará condiciones climáticas similares a los escenarios bioclimáticos anteriores, excepto en los meses de junio a septiembre (período lluvioso) cuando el aumento de la temperatura se intensifica; la $T_{\text{mín}}$ se sitúa entre 25 y 30 °C, mientras la $T_{\text{máx}}$ sobrepasaría 30 °C. Este comportamiento térmico no resulta efectivo para la manifestación de períodos críticos (PC) de acuerdo con los indicadores que establece Pérez (1995). Sin embargo, criterios de Almaguel *et al.* (1990) y Almaguel *et al.* (1994) señalan que una temperatura superior a 30 °C, con porcentajes de humedad relativa entre 80 y 85 %, reduce el ciclo de vida de esta especie.



Respecto a lo esperado para noviembre-abril (poco lluvioso), los valores de la temperatura fluctúan en un rango favorable: la T mín permanece entre los 21 y 25 °C; la T med no sobrepasa los 30°C, y solo la T máx aumenta; por lo que son condiciones que pueden posibilitar la conformación PC y favorecer el incremento de la población. Obsérvese que en enero y febrero, los ascensos de la T mín y T med pueden favorecer al fitoácaro, lo cual provoca una prolongación del espacio temporal en épocas que no han sido usuales históricamente para la incidencia de la plaga (**Figura 3**, gráficas centrales).

En cuanto a la comparación con la línea de referencia, el comportamiento de los valores de T mín y T máx, son semejantes a los escenarios del 2020 y 2025.

Criterios de *Almaguel et al. (1990)*, sobre la manifestación de los períodos de crecimiento poblacional de *T. tumidus* en Cuba, señalan la ocurrencia en marzo-abril y en agosto-octubre en fenología de desarrollo del cultivo, en este caso no existirá coincidencia en meses de agosto-octubre por aumento de las temperatura (superiores a 30 °C), por lo cual no serán óptimamente favorable, aunque no de forma inhibitoria; esto señala un cambio en la ocurrencia histórica de los ascensos poblacionales de este ácaro por efecto del cambio climático (**Figura 1, 2 y 3**).

Referencias de *Almaguel et al. (1994)* sobre la biología de *T. tumidus* informan una duración del ciclo de vida de 10 - 11 días a 26 - 27 °C con 78 - 80 % de humedad relativa y entre 8-9 días cuando es superior de 30 °C y humedad relativa entre 80-85 %, con algunas diferencias entre variedades. Por tanto, las condiciones climáticas modeladas sobre T mín y T med junto a los valores de precipitación puntúan la ocurrencia de condiciones propicias para el desarrollo poblacional, a pesar de las especificidades expuestas por *Pérez (1995)*.

Se afirma la ocurrencia de alteraciones en la fluctuación poblacional, desplazamientos y prolongación de los espacios temporales con una prospección del aumento poblacional del fitoácaro por consecuencia del cambio climático.

Los escenarios bioclimáticos del 2030 para *C. sordidus* (**Figura 3**, gráficas inferiores) muestran que la precipitación en condición A2 (inferior derecha) tendrá mayor incidencia y distribución a lo largo del año en comparación con B2 (inferior izquierda) con mayores acumulados en septiembre y octubre, situación que define los períodos de mayores probabilidades para el desarrollo poblacional de *C. sordidus* en el año, en relación con esta variable y de acuerdo con los criterios de *Trejo (1971)*, ya citados.

La T mín exhibe un incremento más acentuado de forma general en la condicionante SRES A2 con valores óptimos para el fitófago (25 y 30 °C, criterios de *Massó, 1983*) desde febrero hasta noviembre, mientras que en el escenario SRES B2, el espacio temporal en condición favorable es menos prolongado (mayo a hasta los primeros días de noviembre). La T med en A2 será favorable durante el período de enero hasta junio y de septiembre a diciembre, mientras que en B2 tendrá una mayor variabilidad aunque de enero a junio y de septiembre a diciembre mantendrá valores propicios para la evolución del insecto. La T máx incrementará su valor sin alcanzar índices limitantes (40 °C, según *Trejo, 1971*) y se destaca que de enero hasta abril tendrá valores óptimos en la condicionante B2. (**Figura 3**, gráficas inferiores, derecha e izquierda).

Esta descripción permite considerar que durante este año los efectos del cambio climático serán positivos para *C. sordidus*. Súmese que las salidas del modelo respecto a la línea base



marcan una estacionalidad anual con aumentos considerables de la T mín y T máx, pero sin alcanzar valores de T máx con efectos negativos para el proceso biológico del fitófago.

Las anteriores reflexiones informan un desarrollo evolutivo sistemático para picudo negro, prevé un ascenso poblacional de la plaga en los años 2020, 2025 y 2030 (**Figuras 1, 2 y 3**, gráficas inferiores) tanto para SRES A2 y B2, como consecuencia de los efectos de la temperatura y la precipitación.

Referencias de otras investigaciones en relación con el efecto del clima con la fluctuación poblacional de *C. sordidus* alegan, para países subtropicales como Nicaragua, que los niveles de afectación del insecto se incrementan a temperaturas entre 22-28 °C y humedad relativa de 70-90 % ([Medina et al., 2007](#)), información que apoyan los resultados obtenidos.

De manera general, los resultados advierten que ácaro rojo y picudo negro tendrán posibilidades para su desarrollo poblacional a consecuencia del incremento de la T mín y poca variación de T med que alcanzan el rango óptimo térmico para el desarrollo de estos organismos, lo cual señala un acortamiento de ciclo biológico que incentiva la densidad poblacional y exige ejercer una esmerada atención fitosanitaria y cumplir estrictamente con el programa de defensa del [Centro Nacional de Sanidad Vegetal \(2011\)](#) para el manejo integrado de plagas de banano y plátano.

No obstante, ante el evidente efecto del cambio climático, el manejo fitosanitario debe reducir la utilización de pesticidas y preferentemente descansar en la lucha biológica, en el empleo de bioplaguicidas que favorezcan la mitigación y otras técnicas culturales que incrementen la biodiversidad funcional y auxiliar con aportes de resiliencia agroecosistémica.

En el caso del ácaro es efectivo el empleo de biorreguladores identificados en el país, insectos depredadores como: *Stethorus picipes* (*Coccinellidae*), *Chrysopa cubana* (*Chrysopidae*), *Scolothrips pallidus* (*Thripidae*), *Arthronodax* sp. (*Cecidomidae*), y ácaros como: *Amblyseius sundi* y *Phytoseiulus macropilis* (*Phytoseiidae*), con énfasis en aquellas especies más comunes como fitoseidos (*Amblyseius*), larvas de cecidomido y de coccinélidos ([Almaguel et al., 1994](#)). Así como la utilización de *Bacillus thuringiensis* (Bt-13), según [Almaguel et al. \(1993\)](#).

De manera similar, para *C. sordidus* se recomienda el manejo de reservorios de hormigas y liberaciones con *P. megacephala* y *T. bicarinatum*, según [Massó \(2011\)](#). Además del uso de *Beauveria bassiana* (Blas), *Metarhizium anisopliae* (Metsch) y *Heterohabditis bacteriophora*, con efectivo control del insecto ([Stefanova y Vázquez, 2011](#)).

Para ambos casos es esencial trabajar por la conservación de los biorreguladores y la resiliencia del sistema productivo mediante prácticas agrotécnicas y agroecológicas como la diversificación de plantas, conformación de corredores biológicos, barreras vivas, el establecimiento de asociaciones, cercas vivas, manejo de reservorios de enemigos naturales ([Vázquez, 2011a y b](#)) y mosaicos de cultivo ([Hernández et al., 2015](#)) como formas de potenciar la biodiversidad vegetal ([Vázquez, 2014](#)) que contribuyen a reducir el monocultivo, conjugado con el seguimiento y monitoreo mediante los sistemas de señalización y pronóstico de ácaro rojo de [Pérez \(1995\)](#) y trampeos de *C. sordidus* ([Massó, 1983](#)).

Estas acciones aportarán un efectivo manejo fitosanitario con base agroecológica ([Aliteri y Nicholls, 2011](#)), que fundamentarán y coadyuvarán la instrumentación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, como apoyo al establecimiento de formas sostenibles de producción más resilientes, con amplia contribución a la seguridad alimentaria.



4. Conclusiones

Los escenarios bioclimáticos para 2020, 2025 y 2030, según condicionantes de emisiones A2 y B2 en Ciego de Ávila, señalan un aumento de la temperatura mínima, con pocas variaciones en la temperatura media y acumulados de precipitación que permiten el desarrollo poblacional de *T. tumidus* y *C. sordidus* en los sistemas de producción de plátano y banano en Ciego de Ávila, Cuba, por efecto del cambio climático.

Los años analizados muestran alteraciones, desplazamientos y una prolongación de los espacios temporales en que incidirán estas plagas en relación con el comportamiento histórico de la dinámica poblacional de estos fitófagos con mayor relevancia para ácaro rojo; picudo negro mantendrá una total prevalencia. La incidencia y la densidad poblacional aumentará, lo cual señala un riesgo de sufrir pérdidas económicas si no se establece un manejo fitosanitario efectivo con bases agroecológicas que garanticen la adaptación de los sistemas de producción agrícolas a sistemas más resilientes y con una mayor capacidad de adaptación, basados en formas sostenibles de producción.

5. Agradecimientos

Las personas autoras agradecen a la revista y a las personas revisoras anónimas por los útiles comentarios realizadas al manuscrito.

6. Referencias

- Almaguel, L., Cao, J., Murguido, C., González, N., Mora, J., González, C., Jiménez, J., La Rosa, J. P., Pérez, A. R., Pérez, S. I., Cáceres, F. y Rosello, B. (1990). Dinámica de poblaciones. Ácaros e insectos. Conferencia magistral presentada en *2do Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal*. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. La Habana.
- Almaguel, L., González, N., Fernández, O., Massó, E., Rosello, B., Márquez, M. E., Peña, E., Hernández, I., Pérez, E., Ovies, J., Castellanos, L., Montero, G. y Montero, G. (1993). Utilización de *Bacillus thuringiensis* (Bt-13) en programas de lucha contra ácaros en cítrico, plátano y papa. Informe final (39). La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV).
- Almaguel R. Lérida, Ramos, M., Pérez, R.A., Pérez, R. S., Ovies, J., Murguido, C., Martínez, Z., Roselló, B., Márquez, M., Cortiñas, J. y Suárez, I. (1994). Manejo integrado del ácaro rojo (*Tetranychus tumidus*) en el cultivo del plátano Informe final. La Habana. Cuba: Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV).
- Barker, D., Buiatti, B., Brunori, G., Fliessbach, A., Geier, B., Haerlin, B., MaeWan, H., Maracchi, G., Retallack, S., Vadana, S. y Vazzana, C. (2008). *Manifiesto sobre el cambio climático y el futuro de la seguridad alimentaria*. Arsia, Toscana, Italia: Sesto fiorentino (FI) by Press Service Srl. Recuperado de <https://www.scribd.com/document/35824914/Manifiesto-sobre-el-cambio-climatico-y-el-futuro-de-la-seguridad-alimentaria>



- Centro Nacional de Sanidad Vegetal. [CNSV]. (2011). *Programa de defensa para el manejo integrado de plagas en banano y plátano*. La Habana, Cuba: Sub Dirección de Protección de plantas. Dpto. Programas de Defensa. Ministerio de la Agricultura. Recuperado de <http://www.actaf.co.cu>].
- Collette, L., Hodgkin, T., Kassam, A., Kenmore, P., Lipper, L., Nolte, C., Stamoulis, K. y Steduto, P. (2011). *Ahorrar para crecer. Un nuevo paradigma de la agricultura. Guía para los responsables de las políticas de intensificación sostenible de la producción agrícola en pequeña escala* (pp.11-46). Italia Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Dirección de Cultivos Varios. (2011). *Informe del cultivo del plátano y banano (s/n)*. Ciego de Ávila, Cuba: Delegación Territorial de la Agricultura.
- Gold, C. y Messiaen, S. (2000). El picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus*. INIBAP. *Plagas de musa- Hoja divulgativa*, 4, 10.
- Hernández, A. A., Mur, R., Granda, R., López, E., López, S., Córdova, J. y Sosa, L. (2015). *Mosaicos de cultivos y otras alternativas para el manejo de la biodiversidad en entidades productivas de mediano alcance en reconversión agroecológica*. Portal Web Estación experimental de Pastos y Forraje Indio Hatuey. Recuperado de http://articulacion.ihatuey.cu/?page_id=256
- Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales [INIFAT]. (2008). *Instructivo técnico del cultivo del plátano*. La Habana: Biblioteca ACTAF.
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2007). *Informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Geneva, Switzerland.
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC. Geneva, Switzerland.
- Lecha, L., Paz, L. y Lapinel, B. (1994). *El clima de Cuba*. La Habana, Cuba: Editorial Academia.
- Massó, E. (1983). Metodología para determinar las pérdidas ocasionadas por el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo del plátano. La Habana, Cuba: INISAV.
- Massó, E. (2011). Manejo de reservorios de hormigas para la lucha contra plagas de insectos. Capítulo 7. En L.Vázquez (2011), *Manual para la adopción del manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura suburbana* (Vol.1). La Habana. Cuba: Instituto de Sanidad Vegetal-Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical.
- Medina, D., Traña, M., Gómez, J., Quintanilla, J. M. y Ruiz, L. E. (2007). Niveles de infestación de picudo negro del plátano (*Cosmopolites Sordidus* G.) en dos fincas del municipio Potosí-Rivas (Tesis de Ingeniero Agrónomo). Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería Rivas. Nicaragua.



- Nakicenovic, N., Alcamo, J., Davis, G., de Vries, B., Fenhann, J, Gaffin, S., Gregory, K., Gröbler, A., Jung, Tae., Kram, T., Lebre La Rovere, E., Michaelis, L., Mori, S., Morita, T., Pepper W., Pitcher, H., Price, L., Riahi, K., Roehrl, A., Rogner, Hans-Holger., Sankovski, A., Schlesinger, M., i Shukla, P., Smith, S., Swart, R., van Rooijen, S., Victor, N. y Dadi, Z. (2000). *Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. Recuperado de <http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/index.htm>
- National Oceanic Atmospheric Administration [NOAA]. (2018). National Centers for Environmental Information, State of the Climate: Global Climate Report for Annual 2017, published online January 2018, retrieved on May 13, 2018. Recuperado de <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201713>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Dirección de Estadísticas [FAOSTAT]. (2016). Roma: FAO Recuperado de <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/S>
- Pérez, R. (1995). Elementos para el manejo integrado del ácaro rojo (*Tetranychus tumidus Banks*), en plátano y banano. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV).
- PRECIS CARIBE. (2010). *Proyectando el cambio climático en el Caribe con el modelo climático HADRMCM*. La Habana, República de Cuba: Instituto de Meteorología. En WEB PRECIS CARIBE 2010. Recuperado de <http://precis.insmet.cu/datos.html>
- Peña, J. E., Duncan, R. y Martin, R. (1991). Biological control of *Cosmopolites sordidus* in Florida. En C. S. Gold, B. Genmill (Eds.), *Biological and integrated control of highland banana and plantain pest and diseases. Proceedings of a Research Coordination Meeting*. IITA. Ibadan, Nigeria.
- Rockström, J., Brasseur, G., Hoskins, B., Lucht, W., Schellnhuber, J., Kabat, P., Nakicenovic, N., Gong, P., Schlosser, P., Máñez Costa, Maria., Humble, A., Eyre, N., Gleick, P., James, R., Lucena, A., Maser, O., Moench, M., Schaeffer, R., Seitzinger, S., van der Leeuw, S., Ward, B., Stern, N., Hurrell, J., Srivastava, L., Morgan, J., Nobre, C., Sokona, Y., Cremades, R., Roth, E., Liverman, D. y Arnott, J. (2014). Climate change: The necessary, the possible and the desirable Earth League climate statement on the implications for climate policy from the 5th IPCC Assessment, *Earth's Future*, 2(12), 606–611, doi: 10.1002/2014EF000280. Recuperado de <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/2014EF000280>
- Sirjusingh, C., Kermarrec, A., Mauleon, H., Lavis, C. y Etienne, J. (1992). Biological control of weevils and whitegrubs on bananas and sugarcane in the Caribbean. *Florida Entomologist*, 75(4), 548-562. doi: 10.2307/3496137.
- Stefanova, M. y Vázquez, L. (2011). Características y uso de bioplaguicidas contra plagas del suelo. Capítulo 14. En L. Vázquez (2011), *Manual para la adopción del manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura suburbana* (Vol.1). La Habana. Cuba. Instituto de Sanidad Vegetal-Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical.



- Trejo, J. A. (1971). Biología del picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus* Germ. y su distribución (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
- Vázquez, L. L. (2011a). Principios del manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura suburbana. Capítulo 2. En L. Vázquez (2011), *Manual para la adopción del manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura suburbana* (Vol.1). La Habana. Cuba. Instituto de Sanidad Vegetal-Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical.
- Vázquez, L. (2011b). La cerca viva perimetral de la finca como práctica agroecológica en el manejo de plagas. Capítulo 4. En L. Vázquez (2011), *Manual para la adopción del manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura suburbana* (Vol.1). La Habana. Cuba. Instituto de Sanidad Vegetal -Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical
- Vázquez, L. (2014). *Compendio de buenas prácticas agroecológicas en manejo de plagas*. La Habana, Cuba: Editora Agroecológica.